Dugesiana, 3(1):33-45.

LAS HORMIGAS "ARRIERAS", *ATTA* SPP. (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) DE MEXICO.

Juan Márquez Luna
Laboratorio de Morfofisiología Animal,
Facultad de Ciencias, U.N.A.M., Circuito
Exterior, Ciudad Universitaria, 04510,
México, D.F.

RESUMEN

Las hormigas "arrieras", "chicatanas" o "cuatalatas" son consideradas como plaga debido a los dañ causan al defoliar los cultivos con importancia económica, así como huertas y plantas de ornato. Los m comúnes de combate han sido ineficaces debido a la condición de insectos altamente sociales y en genera particular modo de vida, así como por las perturbaciones ambientales provocadas con el establecimiento de cu Estas hormigas son cultivadoras de hongos con los que alimentan a sus larvas, los vegetales que defoli utilizados como sustrato para los hongos y las hormigas adultas se alimentan de la savia que emana al efectu cortes. Presentan castas sociales bien definidas y una eficiente división del trabajo; los nidos maduros pueden (una área de tamaño considerable y el número de hormigas obreras puede ser de más de 2 millones. Present amplia tolerancia a las diferentes condiciones climáticas y tipos de vegetación, así como diferentes estrateg forrajeo que favorecen un óptimo aprovechamiento de los recursos vegetales, lo que en parte explica su distribución en nuestro país. Para México no se conocen estimaciones concretas sobre los daños causados po insectos, ni sobre métodos de control utilizados en su combate, sólo se puede obtener cierta informació comentarios directos de campesinos. La utilización del conocimiento biológico de estas hormigas es importa el planteamiento de nuevas alternativas de control y también permite conocer de fondo la problemátic representan.

En México y otros países de Centroamérica las hormigas "arrieras", *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae), son consideradas como "plaga" por sus hábitos defoliadores (Cedeño-León, s.a; Rojas, 1986; Deloya, 1988; Jaffe, 1993). Pueden dejar sin hojas a un árbol de tamaño pequeño en un solo día, pero el principal daño es causado al defoliar plantas tiernas de cultivos con importancia económica, aunque también atacan árboles frutales, plantas de ornato y algunas planta silvestres. En nuestro país no existe estimaciones concretas sobre los dañc causados en la economía agrícola por esta hormigas, tampoco existen trabajos sobr propuestas para su control; la mayoría d los estudios sobre importancia económic y de combate son para otros países, com Estados Unidos y algunos d Centroamérica (Hambleton, 1923; Cedeñc León, s.a). Los pocos estudios realizados

en México se relacionan con los hongos que cultivan en sus colonias (Pérez-Silva, 1974; Romero, et al., 1987); su conducta forrajera (Mintzer, 1980; Mintzer y Mintzer, 1988; Pescador, 1980); algunos aspectos biológicos y la fauna de artrópodos que se establece en los detritos que producen en sus colonias (Rojas, 1986; Deloya, 1988; Márquez-Luna, 1994).

El objetivo de este ensayo es proporcionar información general sobre la biología y ecología de las hormigas del género *Atta* de México y retomar estos aspectos en el análisis y discusión de la problemática que representan tales hormigas, concluyendo con la elaboración de algunas propuestas tendientes a su control.

CLASIFICACION Y DISTRIBUCION

Las llamadas hormigas "arrieras", "chicatanas" o "cuatalatas" pertenecen a la tribu Attini, que se caracteriza por que todas sus especies son cultivadoras de hongos (Jaffe, 1993; Pescador, 1980; Rojas, 1986). Esta tribu se incluye en la subfamilia Myrmicinae por presentar dos pequeños segmentos, el peciolo y postpeciolo, entre el tórax y el abdomen. Dentro de las Attini, los géneros *Atta* y *Acromyrmex* son los únicos que utilizan materia vegetal fresca como sustrato para el cultivo de los hongos, otros géneros pueden utilizar diferentes sustratos, tales como semillas y frutos. Las Attini se caracterizan morfológicamente por presentar la cabeza acorazonada con una espina en cada lóbulo occipital, antenas con 11 artejos, tanto en obreras como en reinas, y color generalmente café-rojizo (Pescador, 1980). Smith (1963) provee una clave dicotómica para la separación de las especies mexicanas y de Estados Unidos del género *Atta*. En el cuadro 1 se presentan los géneros de la tribu Attini y el número de especies conocidas de cada género.

En nuestro país existen tres especies de hormigas cultivadoras de hongos del género *Atta*: *A. mexicana* (F. Smith), *A. texana* (Buckley) y *A. cephalotes* (L.). La primera especie se localiza en casi todos los estados del país, alcanzando el estado de Texas en su límite norteño y parte de Guatemala y El Salvador en el sur. Se encuentra en una amplia variedad de tipos de climas y vegetación. La segunda especie está distribuida en la parte norte del país, Coahuila y Tamaulipas, aunque también se encuentra en Veracruz y Tabasco. *A. cephalotes* está restringuida al sureste mexicano, de Veracruz hacia el sur. En Veracruz es posible que se encuentren coexistiendo las tres especies (Pescador, 1980; Rojas, 1986; Smith, 1963) (Fig. 1).

BIOLOGIA

La sociabilidad en las hormigas arrieras

Todas las hormigas son consideradas como altamente sociales o eusociales, ya que comparten con otros grupos de insectos, como algunas abejas y

Cuadro 1. Géneros de la tribu Attini y el número de especies conocidas de cada uno. El orden secuencial pretende reflejar sus relaciones filogenéticas (Modificado de Pescador, 1980 y Jaffe, 1993).

Géneros	Número de especies
Cyphomyrmex Mayr, 1862	30
Mycetosoritis Wheeler, 1907	5
Mycetophylax Emery, 1913	2
Mycocepurus Forel, 1893	
Mycetarotes Emery, 1913	
Myrmicocrypta Fr. Smith, 1860	20
Apterostigma Mayr, 1865	27
Sericomyrmex Mayr, 1865	19
Trachymyrmex Forel, 1893	37
Acromyrmex Mayr, 1865	24
Pseudoatta Gallardo, 1916	
Atta Fabricius, 1804	14



Figura 1. Distribución geográfica de las especies de *Atta* en México. El asterisco (*) representa a *A. mexicana*, el porcentaje (%) a *A. texana* y los círculos rellenos (o) a *A. cephalotes*.

todas las termitas, las características de tener castas sociales, división del trabajo, traslapamiento de generaciones y cuidado parental. Una diferencia de las especies de *Atta* es que presentan "soldados" en sus colonias, mientras que en otras Attini no existen. La colonia puede estar constituída por miles de hormigas, dependiendo de la especie y de su grado de maduración. Está orientada femeninamente, ya que la mayoría de los miembros son hembras y la reina controla hormonalmente el buen funcionamiento de la colonia. Ella tiene la capacidad de elegir si el huevo es fecundado o no cuando éste pasa por el oviducto al nivel de la espermateca: si es fecundado, dará origen a una hembra, que puede llegar a ser reina; si no es fecundado, dará origen a un macho, que se producen casi exclusivamente durante la época reproductiva y sólo cuando la colonia es madura, su función se restringe al apareamiento y es el único que siempre presenta alas (Fig. 2); mientras que las funciones de las hembras son mucho más diversas. La reina está encargada de formar los nuevos nidos, hasta que la primera camada de obreras alcanza el estado adulto, ella realiza todas las funciones y labores, puede llegar a vivir hasta 10 años y es la de mayor talla. Las obreras (Fig. 3) tienen una división del trabajo que está en relación con la edad y tamaño que presentan. Así se distinguen cuatro categorías de hormigas obreras: las **mínimas**, que presentan la menor talla (0.6 a 1.2 mm longitud de la cabeza), encargadas de cuidar a la prole, al jardín de hongos y la limpieza general; las **medianas** (1.9 a 3.0 mm longitud de la cabeza), encargadas de cuidar a la prole, los jardines de hongos, excavación, búsqueda de recursos, corte de vegetales, trasporte y masticado de hojas, son las más abundantes; las **máximas** (4.9a 6 mm longitud de la cabeza) también excavan, cuidan la prole, recolectan sustrato y mantienen las trochas o caminos limpios de obstáculos; finalmente los **soldados** que protegen y patrullan la colonia y los caminos o trochas (Cedeño-León, s.a.). La clasificación de las obreras puede variar dependiendo de los autores, pero siempre se maneja la relación entre el tamaño de éstas y las funciones que desempeñan. Además las obreras medianas y máximas pueden subdividirse, dependiendo de la labor particular que realicen, en trepadoras-cortadoras, recolectoras, transportadoras y otras, éstas últimas pueden mantener libre de obstáculos a las trochas.

La condición social de estas hormigas es un aspecto muy importante para comprender su alta capacidad de explotación de recursos y subsistencia ante distintas presiones abióticas y bióticas, lo cual se refleja en su alta abundancia, el daño que pueden causar a los vegetales y su extensa distribución geográfica. Prácticamente donde existen hormigas, éstas dominan sobre otros grupos competidores. Un caso extremo lo constituyen las hormigas depredadoras, por ejemplo *Eciton burchelli*, conocidas también como marabuntas, quienes reducen notablemente la abundancia de otros artrópodos de los que se alimentan (Otis, *et al* 1986).

El cultivo de hongos

La actividad de "cultivo" es mucho más antigua en los insectos que en el hombre. Se pensaba que las hormigas arrieras se alimentaban exclusivamente de hongos que cultivan (Hambleton, 1923), pero se ha comprobado que los hongos son el único alimento de las larvas y que solo el 5% de ellos son consumidos por las adultas, quienes obtienen la mayor parte de sus nutrientes de la savia vegetal que emana al realizar los cortes, y que es llevada al interior de la colonia por hormigas que aparentemente no trasportan materia vegetal (Cedeño-León, s.a.). La importancia de los hongos como alimento para las larvas es que deben poseer los nutrientes necesarios para su adecuado desarrollo. El inicio del cultivo también se efectúa al iniciar la reina una nueva colonia, quien porta micelio en su cámara infrabucal (Fig.4) y lo escupe en lo que será la primera cámara de cultivo, le agrega líquido fecal que sirve como

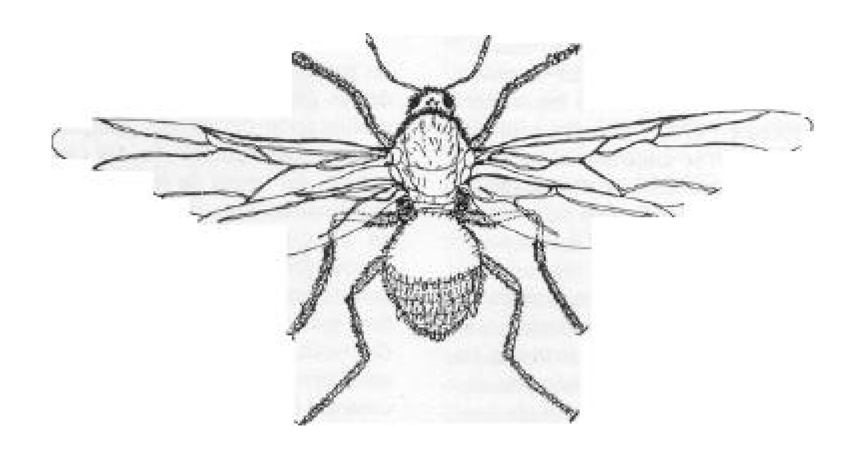


Figura 2. Vista dorsal de un macho de *Atta* sp. (Redibujado de Jaffe, 1993).

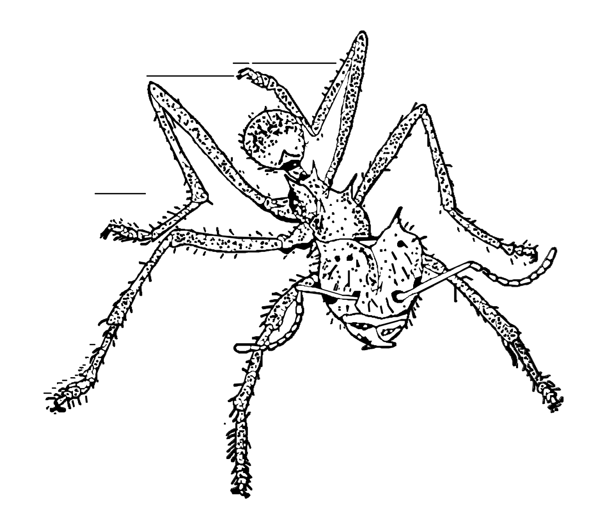


Figura 3. *Habitus* de una obrera de *Atta* sp. (Redibujado de Jaffe, 1993).

sustrato y en los primeros 5 a 10 días se da un incremento notable del micelio, creciendo aproximadamente 15 micras por hora (Pescador, 1980). En esta primera etapa la reina no se alimenta del micelio, sino de huevos tróficos (no fecundados). La primera camada suple a la reina en el cuidado del cultivo y de las larvas, comienzan a utilizar materia vegetal para el cultivo de hongos, que es cortada y trasportada hasta la entrada del nido, en donde vuelve a cortarse en trozos más pequeños y se conducen a las cámaras de cultivo. A la entrada también se da una limpieza rigurosa del sustrato y de las propias hormigas mediante el lamido con las partes bucales y cepillado con espinas de los protarsos, con lo cual se evita la proliferación de agentes patógenos o de hongos competidores. En las cámaras de cultivo, los trozos de materia vegetal son mordisqueados en los bordes, se colocan en el suelo junto con gotas fecales, constituyendo una pasta en la que prolifera favorablemente el micelio. Se especula que las gotas fecales que las hormigas depositan en el sustrato tienen propiedades antifúngicas y antibacterianas, además de contener nitrógeno y enzimas para que sea asimilado por el hongo (Cedeño-León, s.a.). Los hongos cultivados se reproducen sólo vegetativamente y ésto ha sido una dificultad para la determinación de las especies cultivadas, característicamente producen en el ápice del micelio unas estructuras almacenadoras de nutrientes llamadas "gongilidios" que son las consumidas por las larvas y adultos (Cedeño-León, s.a.) (Fig. 5). Esta relación entre las hormigas y los hongos es de tipo mutualista obligada, las hormigas proporcionan nutrientes, cuidado y dispersión al hongo y éste los nutrientes necesarios para las larvas.

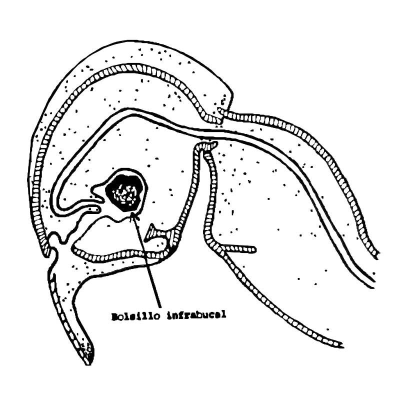


Figura 4. Esquematización del "bolsillo infrabucal" de la reina que sirve para el trasporte de un pequeño trozo de micelio de la colonia madre hacia la nueva colonia (Redibujado de Cedeño-Leon, s.a.).

Fundación de nuevas colonias

Para que se produzcan machos en una colonia, ésta debe ser "madura", es decir, con un número considerable de obreras (pueden llegar a tener hasta 2.5 millones de obreras), un adecuado tamaño del nido y de cultivos de hongos; lo que puede llevar hasta dos años.

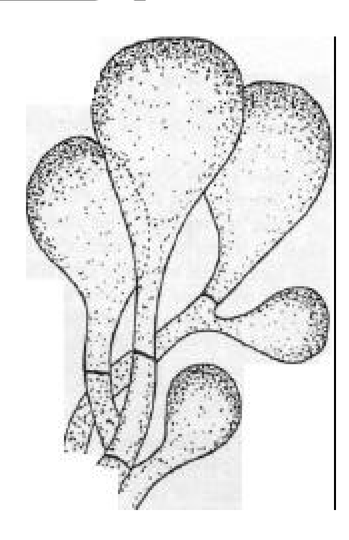


Figura 5. "Gongilidios" producidos por los hongos que cultivan las hormigas arrieras. Estas estructuras de almacenamiento de nutrientes son consumidas por larvas y adultos (Redibujado de Cedeño-León, s.a.).

Existe una época de reproducción que no está claramente definida para cada especie, pero generalmente es al inicio de la época de lluvias. Salen de los nidos las reinas y machos, aquellas se aparean hasta con ocho machos, bajan del vuelo nupcial, cortan sus alas con sus mandíbulas y buscan un sitio adecuado para cavar el nuevo nido. Se reporta para Brasil una mortandad del 97.5% de estas reinas en el incio del nuevo nido debido a diversos factores como depredación, búsqueda ineficiente del nuevo sustrato, improliferación del micelio, etc (Pescador, 1980). Una vez localizado el sitio del nuevo nido y haberse desprendido de las alas, la reina caba una galería con una pequeña cámara de cultivo (Fig. 6) en donde escupe el micelio que porta en su bolsillo infrabucal (Fig. 4), el cual proviene de la colonia madre, y que cultivará hasta que la primera camada la supla en esta función. La primera camada de obreras tarda de 80 a 100 días en llegar a adultas. Un nido maduro puede llegar a tener hasta 1000 entradas, ocupar de 40 a 100 m^2, a una profundidad de 3 a 6 m y las varias cámaras están interconectadas por un sistema de túneles que también es un sistema de ventilación. Por su alta capacidad excavadora, se consideran importantes a estas hormigas en la aereación del suelo (Pescador, 1980). Los detritos (también conocidos como "basureros") provenientes de las cámaras de cultivo concentran nutrientes como nitrógeno, magnesio, calcio y materia orgánica que son aportados a los suelos aledaños, incrementándoles su fertilidad (Farji y Silva, 1995).

Forrajeo

Para proporcionar el sustrato a los hongos, las hormigas defolian diversos vegetales y por ésto son consideradas como plaga. No se ha encontrado preferencia por grupos taxonómicos particulares de plantas, la preferencia se manifiesta hacia vegetales con tejidos tiernos.

La actividad forrajera varía dependiendo de los requerimientos nutricionales de cada colonia, de la estación anual de que se trate y de las condiciones de vegetación disponibles. Por



Figura 6. Inicio de-la construcción del nuevo nido por la reina, quien caba un tunel y al final de éste una pequeña cámara de cultivo en donde inicia el cultivo de hongos (Redibujado de Cedeño-León, s.a.).

tal motivo, algunas colonias son activas durante el día, otras lo son en la noche e incluso pueden llegar a ser activas durante el día y la noche. Otro factor que influye es la temperatura, se ha observado que a altas temperaturas la actividad forrajera es primordialmente durante la noche, mientras que en temperaturas medias y bajas es en el día; cuando hay deficiencia de recursos, por ejemplo durante la época de sequía, las hormigas pueden salir a forrajear aunque existan altas temperaturas. Sólo en una ocasión se ha observado en el desierto de Sonora, dentro de Estados Unidos, la coexistencia de dos especies de hormigas cultivadoras de hongos, *A. mexicana* y *Acromyrmex versicolor*, sin apreciar conductas agresivas, explotando cada una distintos vegetales (Mintzer, 1980). Las estrategias de forrajeo no se conocen en nuestro país, pero en otras localidades se han observado tres: una es cuando las hormigas cortadoras trozan los vegetales y los trasportan ellas mismas hasta las trochas, aquí se da el relevo y otras hormigas los trasportan hasta el nido; otra estrategia es que las cortadoras únicamente trozan los vegetales y los dejan caer, otras hormigas los trasportan a las trochas, se da el relevo y otras hormigas los trasportan hasta el nido, el tercer método observado es que en un día se dedican al corte de los vegetales y al siguiente dia los trasportan al nido (Cedeño-León, s.a.). No se conocen detalles sobre los factores que pueden afectar el tipo de forrajeo.

Trochas

Las trochas son caminos que las hormigas arrieras elaboran para el trasporte de los vegetales. Son muy características de estas hormigas y por ellas transitan la mayoría de los individuos. En dirección hacia el nido las hormigas trasportan los trozos de vegetales, pero se ha observado que algunas aparentemente no trasportan nada, se propone que estas hormigas son las acarreadoras de savia que distribuyen entre las hormigas adultas de la colonia, algunas de estas hormigas son guardianas y también remueven obstáculos de las trochas, otras de menor talla son hormigas exploradoras y es posible que el paso constante de ellas por las trochas, sin carga, sea para esparcir el olor de su feromona para que sirva de orientación y estimulación a las trasportadoras y cortadoras. La longitud que alcanzan estos caminos es variable dependiendo de la ubicación de los recursos, pero pueden ser varios kilómetros, su anchura puede llegar hasta 5 cm. Se ha calculado que la actividad forrajera de una colonia nocturna puede durar 12 horas y que en ese tiempo pueden meter al nido casi 500 gr en peso seco de hojas, con lo que probablemente durante toda la vida del nido se procese alrededor de 5 toneladas (Pescador, 1980).

Comunicación

Dentro de la colonia, la feromona real es muy importante en el mantenimiento de ésta como una unidad, funcionando adecuadamente, pero la comunicación entre las hormigas de cada colonia

cuando están fuera de ella también es muy importante. Las hormigas exploradoras son las que más se alejan de la colonia y de las trochas, dependiendo de la calidad del recurso que encuentran es la cantidad de feromona que desprenden y la intensidad con que recorren del recurso a las trochas contactando a las hormigas cortadoras, que a su vez liberan su feromona, con lo cual atraen un mayor número de cortadoras; cuando el recurso es de baja calidad, las hormigas exploradoras liberan poca fermona y recorren pocas veces de ese recurso a las trochas, con lo que reclutan a pocas cortadoras. Es posible que exista un reconocimiento por olor de cada miembro de la colonia que entra a ella, aunque no se ha estudiado tal mecanismo. La comunicación mecánica existe constantemente cuando las hormigas se tocan con las antenas, por ejemplo cuando las exploradoras han encontrado una fuente de recursos y al entrar al nido con las guardianas. No se conoce con precisión la capacidad visual de estas hormigas, pero se puede suponer que en parte dependen de este sentido en la búsqueda de los vegetales a gran distancia; a corta distancia es más probable que el contacto físico con éstos proporcione información sobre su calidad.

Defensa de las plantas

De manera general se manejan tres tipos de defensa de las plantas contra herbívoros, pero en pocos casos existen estudios concretos sobre las plantas explotadas por las hormigas arrieras. Las defensas físicas de las plantas contra hormigas arrieras son principalmente la presencia de una textura rígida de las hojas, que dificulta su defoliación; la presencia de sedas abundantes también son un obstáculo al corte, además se ha apreciado que cuando las hojas tiernas brotan entre otras hojas maduras, tienen menor probabilidad de ser encontradas por las hormigas, quienes pueden probar antes a las hojas maduras. Las defensas químicas de las plantas han sido muy estudiadas cuando se habla de manera general, pero en particular contra las hormigas arrieras se especula que al ser éstas generalistas y consumir cantidades considerables de compuestos secundarios tóxicos, posiblemente los hongos que cultivan les proporcionan las enzimas necesarias de detoxificación, mientras que las hormigas al raspar y masticar la superficie de las hojas, reducen las capas cerosas de las hojas que protegen al vegetal contra ataque de hongos. Otro tipo de defensa química es la producción de latex o sustancias pegajosas que dificultan la movilidad de las hormigas en las plantas, y la reducción de la cantidad de agua en las hojas puede ser un factor muy importante que evita la defoliación por parte de las hormigas arrieras, quienes requieren una alta proporción de agua en su dieta (savia en adultas) que utilizan para la producción del líquido fecal (el cual agregan al cultivo de los hongos) y de saliva que utilizan en su limpieza constante al entrar al nido. Se comenta que la defensa biológica de las plantas se presenta cuando éstas establecen relaciones mutualísticas con otros insectos, principalmente con otras hormigas, como *Azteca trigona* y *Dolichoderus atteiaboide* quienes defienden a sus plantas huéspedes de la defoliación por otros herbívoros, incluyendo a las hormigas arrieras. Estas hormigas defensoras atacan a las hormigas exploradoras, pues si se logra el reclutamiento de las hormigas arrieras cortadoras y guardianas, puede ocurrir una pelea entre las dos especies o si una supera a la otra en número, esta última se retira (Cedeño-León, s.a.).

CARACTERIZACION DE LAS HORMIGAS ARRIERAS COMO "PLAGA"

Los aspectos biológicos de las hormigas arrieras nos permiten, por un lado, comprender su alta capacidad defoliadora, y por otro, plantear nuevas alternativas para su control. Esta alta capacidad defoliadora dada por su condición de insecto eusocial ha sido el motivo de que cause pérdidas económicas, por lo que se le ha calificado como "plaga". Un primer aspecto que se debe comprender es que ninguna plaga de insectos se ha podido "erradicar", con este antecedente debemos aceptar que lo más que se puede hacer es "controlar", lo cual involucra compartir una proporción de los recursos con estas "plagas". Otro aspecto de gran importancia es que debemos

reflecciónar sobre cómo nosotros hemos contribuido en que ciertos insectos constituyan "plagas". En el caso concreto de las hormigas arrieras, podemos apreciar que ellas se establecen preferentemente en los alrededores de los cultivos y de asentamientos humanos, mientras que una menor proporción de colonias pueden ser observadas en sitios con vegetación conservada. La causa puede ser que nuestros cultivos tienen mucho más tejidos tiernos y son muy abundantes, y al seleccionar las variedades de cultivos más productivos, hemos eliminado de esas plantas sus capacidades de defensa naturales, siendo más apreciadas por los herbívoros. Por otro lado, las grandes extensiones de zonas de cultivo han eliminado casi por completo la vegetación original, que podría ser utilizada también por estas plagas. Junto con la eliminación de la vegetación original, como posible alternativa de explotación por parte de las plagas, también hemos eliminado a muchos enemigos naturales y competidores de éstas, pues no tienen la misma capacidad adaptativa para sobrevivir a los cambios físicos provocados al destruir la vegetación original, tales como aumento de la temperatura e insolación y disminución de la humedad ambiental, entre muchos otros, causados por la disminución o completa eliminación de sombras y cobertura vegetal. Desde este punto de vista, nosotros somos causantes, en una alta proporción, de la existencia de las plagas, incluyendo a las hormigas arrieras.

METODOS DE CONTROL COMUNES

En el cuadro 2 se resumen los principales métodos de control comunmente propuestos en otros países de Centroamérica y Estados Unidos (Hambleton, 1923; Jaffe, 1993). Es posible que actualmente estos métodos de control no se estén aplicando en esos países, debido al mayor avance en el estudio de nuevas alternativas de control de plagas, en comparación con el nuestro en donde aún se siguen aplicando. También se presenta la relativa efectividad de cada método de control y sus dificultades de aplicación. La utilización de estos métodos no ha causado el efecto deseado en el control de las hormigas arrieras.

PROPUESTAS PARA EL CONTROL DE LAS HORMIGAS ARRIERAS

Un aspecto que se debe considerar para el control de estas hormigas es que en muchos lugares o en todos, no son la única plaga y rara vez es la más perjudicial. En general, los cultivos sufren el ataque de varias plagas, aunque una o algunas son las que causan el mayor daño. Por estas razones, no podemos esperar que los campesinos dediquen mayor tiempo y esfuerzo económico a las hormigas arrieras. Además debemos considerar las posibilidades económicas reducidas que la mayoría de ellos poseen; por lo que se deben proponer estrategias de control que estén al alcance de la mayoría de los campesinos. Incluso un aspecto que debe ser considerado es la investigación etnoentomológica que puede proporcionar información útil sobre el combate de diferentes plagas, incluyendo ésta, bajo mayores posibilidades de realización.

Una propuesta general es tratar de alejar el mayor número de colonias de hormigas arrieras de los sitios en donde causan daño, hacia sitios con vegetación primaria o secundaria, pero sin importancia económica. Esta estrategia implica la conservación de vegetación silvestre en los alrededores de las zonas de cultivo, aspecto que en la actualidad está muy descuidado, pues por falta de orientación y conocimiento se utilizan cada vez más terrenos no aptos para cultivos sin considerar que se está propiciando más la suceptibilidad de las plantas cultivadas ante los insectos.

Cuadro 2. Métodos de control comúnes y su relación con la efectividad y dificultades de su aplicación.

Método de control	Efectividad	Dificultades de su aplicación
Químico (insecticidas)	Poca efectividad	-Costosos en relación a los ingresos de los campesinos. -Prohibición de varios insecticidas -Las hormigas pueden cerrar entradas por donde se vierte el incecticida y abrir nuevas -Las colonias se establecen nuevamente a poca distancia.
Inundación del nido	Eficiente en lugares con agua abundante y al localizar todas las salidas del nido	-Difícilmente se logran localizar todas las salidas del nido. -Requiere altas cantidades de agua y hacerla llegar a todas las cámaras que normalmente se ubican en sitios altos.
Incendio del nido	Poca efectividad	-Se requiere tapar todas las salidas para evitar el escape de las hormigas -El líquido inflamable (gasolina o petróleo) difícilmente llega a todas las cámaras del nido.
Excavación del nido	Eficiente	-Se dificulta la excavación si los nidos se ubican bajo árboles o construcciones. -Se requiere alguna maquinaria para la excavación, ya que el área que pueden ocupar los nidos requiere un alto esfuerzo con herramientas manuales. -Si se excava con erramientas manuales, las hormigas se defienden con mordidas que causan irritación considerable en el hombre. -Al usar maquinaria, el método es más económicamente costoso.

Las diferentes formas de procurar el alejamiento de los nidos de hormigas pueden ser:

1) Colocando pastos o sacatones en los alrededores de zonas de cultivos, huertos y jardines que reduzcan el paso de las hormigas. Se ha apreciado que la presencia de estos vegetales reduce considerablemente el paso de las hormigas arrieras (R. Muñiz, com. per.).

2) Conociendo la época de reproducción de las hormigas, la cual no dura más de un mes, se pueden destruir las reinas antes de que encuentren sitios de nuevos nidos en los lugares donde causan daños.

3) Se puede incrementar el consumo de las larvas de estas hormigas, que tradicionalmente se comen en algunas localidades, ya sea para consumo humano o de ganado, pues es muy elevado su contenido nutricional (Ramos-Elorduy, 1982). Incluso se puede pensar en su exportación en caso de que su demanda tenga éxito, pues se sabe que algunos países, como Japón, son buenos consumidores de estos alimentos, además, para no correr el mismo riesgo de sobreexplotación que ocurrió, por ejemplo, con el gusano del maguey, ya se conoce un trabajo sobre la reproducción en cautiverio de *A. mexicana* sin requerir materiales costosos (Mintzer, et al., 1991).

4) Se puede proponer la utilización de una herramienta que pueda perforar el terreno verticalmente hasta la cámara de cultivo o de crianza y vertir directamente alguna sustancia que aleje de ese sitio a las hormigas, puede ser agua, insecticida o fungicida; para ello se requiere la implementación de esta herramienta que debe estar constituida por un pico metálico que permita perforar el suelo y que esté hueco para que, sin sacarlo, se vierta enmedio el líquido, además se debe conocer relativamente la estructura del nido, localizando los sitios de entrada y salida de hormigas, los sitios de expulsión de desechos y hacer varios intentos.

5) En otros países se ha logrado sintetizar una sustancia química similar a la feromona que producen y liberan las hormigas en la búsqueda y explotación de los recursos, se ha apreciado que a diferentes concentraciones puede servir como atrayente o como repelente, con lo que se puede conseguir alejarlas de sitios no deseados o atraerlas para eliminarlas (Cedeño-León, s.a.). Se puede utilizar aquella concentración que cause el mejor efecto al menor costo. Haciendo algunas pruebas con colores y diferentes tamaños del área coloreada, existe la posibilidad de atraer o alejar también a las hormigas.

6) Finalmente es necesaria la participación, por un lado, del gobierno para impulsar una labor de difusión de este conocimiento a donde verdaderamente se requiere que exista (por ejemplo con campañas informativas a localidades campesinas), asi como en el apoyo económico para las investigaciones con esta finalidad. Por otro, una mayor participación de investigadores entomólogos en la búsqueda de mejores alternativas y que se procuren llevar a cabo.

Es notable la tendencia a la utilización de distintas alternativas para el control de plagas, que podemos llamar un control de tipo integral, el cual puede ser muy adecuado, ya que contempla todo el conocimiento sobre estos organismos y plantea el estudio de aquellos que se desconocen, formando en conjunto el estudio sobre la biología de las especies involucradas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la revisión de este trabajo y sus valiosos cometarios a la Biól. Gabriela Castaño M. del Lab. de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Fac. de Ciencias, UNAM.; al Biól. Ismael Hinojosa Díaz del Museo de Zoología, Fac. de Ciencias, UNAM. y a la P. de B. Karla Villavicencio Llamosas de la Fac. de Ciencias, UNAM.

LITERATURA CITADA

Cedeño-León, A. s.a. Los bachacos: aspectos de su ecología. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana. 73 pp.

Deloya, C.A. 1988. Coleópteros lamelicornios asociados a depósitos de detritos de *Atta mexicana* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) en el sur del Estado de Morelos, México. Fol. Entomol. Mex., 75: 77-91.

Farji, A. G., y J. F. Silva. 1995. Leaf-cutting ant nests and soil fertility in a well-drained savanna in Western Venezuela. Biotropica, 27(2): 250-253.

Hambleton, E.J. 1923. El exterminio de la hormiga agricultora o parasol. Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, Washinton. 11 pp.

Jaffe, K. 1993. El mundo de las hormigas. Equinoccio. Ediciones de la Universidad Simón Bolívar. 183 pp.

Márquez-Luna, J. 1994. Coleopterofauna asociada a detritos de *Atta mexicana* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) en dos localidades del norte de Morelos, México. Tesis profesional, Fac. de Ciencias, UNAM. 134 pp.

Mintzer, A. 1980. Simultaneous use of a foraging trail by two leafcutter ant species in the Sonoran Desert. J. New York Ent. Soc., 88(2). 102-105.

Mintzer, A. and Mintzer, C. 1988. Population status of the mexican leafcutting ant, *Atta mexicana* (Formicidae), in the sonoran desert of Arizona. Southw. Nat., 33(2): 250-251